干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调关系研究

李鸿飞[1,2]， 何颖茹[1,2]， 毕晓莉[1,2,3]

（1. 兰州理工大学设计艺术学院，甘肃 兰州 730050；2. 东南大学城市与建筑遗产保护教育部重点实验室（西北中心），甘肃 兰州 730050；3. 兰州理工大学建筑勘察设计院有限责任公司，甘肃 兰州 730050）

摘 要： 环境保护作为新常态时代下我国推进生态流域文明体系建设的关键环节，推进黄河流域地区生态环境治理已成为生态文明建设的重要内容。通过选取我国黄河流域唯一被干流贯通的省会城市兰州市为研究对象，根据2010—2019年黄河流域兰州段统计资料，构建了黄河流域兰州段生态环境及高质量发展水平评价指标体系，并利用熵权法构建耦合度模型，全面解析和综合评估了生态环境与高质量发展的耦合水平特征。结果表明：黄河流域兰州段生态环境水平并不高，呈"恶化-好转-恶化-好转"的态势，而高质量发展水平呈"降-升-降-升-降-升"的波动态势。总体来看，兰州市生态环境与高质量发展协调性有待加强，应充分考虑黄河流域整体性特征，坚持生态保护优先原则，同步推进产业的专业化整合与转型升级，提升城市综合治理能力，在城乡融合发展基础上优化城市功能结构布局，最终实现人居生态环境可持续发展。

关 键 词： 黄河流域；生态环境；高质量发展；耦合关系；熵权法；兰州

文章编号：

中国共产党第十九次全国代表大会指出中国经济社会发展进入多方面重大转变的关键时期，2019年习近平总书记再次强调要贯彻"绿水青山就是金山银山"的理念，"两山论"进一步突出了生态环境与经济发展之间的根本关联，要实现黄河流域生态保护和高质量发展，必须借助创新、绿色、协调、共享和开放发展最大化提升流域整体的福利效应[1]。但是，由于社会经济的高速发展，黄河流域出现了巨大的污染和生态损害，不断形成贫困与生态环境破坏的恶性循环，严重影响了黄河流域的高质量发展。由此可见，生态保护与高质量发展既是互补的，同时又是彼此渗透、相互作用的。

目前对高质量发展的研究多数集中在内涵、发展水平、指标体系构建等方面[2-9]，可以看出，高质量发展的内涵研究逐渐被学术界广大学者们所重视，但对其并没有明确的定义，对科学评价指标体系还未形成普适性的完整评价体系。我国现有关于基础研究多为城市化与生态环境[10-15]、经济与生态环境[16-19]、生态环境与贫困[20]等方面，在生态环境与高质量发展耦合协调性方面的研究相对欠缺。对于黄河流域的相关研究则多集中于自然资源与治理[21-24]、产业发展[25-26]、贫困区经济发展[27-28]等方面，在黄河流域高质量发展多为高质量发展单因素研究[29-31]，涉及区域高质量发展与生态耦合方面较少[32]，尤其针对黄河流域上游地区的研究更是缺乏。

甘肃省兰州市是中国西北中部工业建设的关键节点，同时也是黄河干流唯一穿城而过的省会城市，所以做好对黄河流域生态环境污染控制工作，并注重环境保护与修复，协调好西部生态脆弱地区经济发展与生态之间相互关系，对完成中华民族辉煌的中国梦，有着非常重大的意义。基于此，本文

收稿日期： 2021-10-09； **修订日期：** 2022-01-12

基金项目： 兰州市社科规划项目（21-014B）；甘肃省自然科学基金项目（20JR10RA167）；国家自然科学基金项目（51968042）资助

作者简介： 李鸿飞（1977-），男，副教授，主要从事人居环境与生态保护、区域与城乡空间形态等方面的研究. E-mail: Lhf117@126.com

通讯作者： 何颖茹（1996-），女，硕士研究生，主要从事人居环境科学与生态保护等方面的研究. E-mail: 1498175209@qq.com

建立生态环境保护与高质量发展耦合机制框架，以市域为主要研究单位，综合评估了黄河流域兰州段生态环境与高质量发展的发展现状以及耦合协调度程度，并给出了黄河流域兰州段生态环境与高质量发展协同发展的部分建议。

1　研究区概况

黄河流域是指黄河水系自发源地起一直到汇入大海这段过程中，所流经且对其产生一定影响的地理生态区域，包括青海、四川、甘肃、宁夏等9个省（自治区），全长约5500 km。甘肃省兰州市呈西南高东北低地势，形成“两山一川”特殊河谷型人居空间形态，其中“一川”即指自西南流向东北横穿全境的黄河干流，黄河流域兰州段总长152 km，域内水资源承担了城市居民的各项社会经济活动使用需求[33]。而兰州市由于其狭长、四周环山的特殊地理环境，受自然地理条件限制，其城市发展模式必须以一定区域为限，有约束的发展，兰州市城区呈发展规模较小，发展水平较低的状态，其自身还处于集聚发展阶段，消纳和融入巨型功能或功能区的能力较弱，在某种意义上，产生了“消化不良”的现象，兰州市因此也出现了许多“城市病”，其中生态环境问题尤为突出[34]。近年来城市发展忽视了山水生态环境的保护与整治，在城市社会经济发展和城市版图拓展的同时，兰州市人居环境逐步恶化，整体生态系统愈发脆弱不堪。

2　指标与方法

2.1　指标体系构建

文章阐述了黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调关系，从而需要构建能系统反应出区域环境水平的生态环境系统，以及全面清晰反应社会经济发展状况的高质量发展系统。高质量发展与自然资源环境演变之间为相互动态作用，两者关系密不可分。高质量发展是经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设五位一体的协调发展，因此从“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念考察区域高质量发展状况[35]。生态环境会对高质量发展过程形成一定逆向反应，但想要强化正向反应，就需要在应对生态压力时加强抗逆水平，所以，必须在整个生态环境系统中同时增加压力水平与抗逆水平评估。

本研究结合甘肃省的实际情况统计近年来生态环境与高质量发展的相关指标频数，确定从基于五大发展理念的5个维度及生态环境3个方面建立评价指标体系，共37个指标。生态环境水平指标体系包括资源环境水平、压力水平、抗逆水平，其中资源环境水平包含资源禀赋、环境水平，人均水资源量及工业废物排放量等指标能够较好地体现某一区域内自然资源及环境水平现状；压力水平包含资源消耗、资源代价，水资源消耗量、工业生产所耗资源量和废水废气排放量则代表该区域所面临的环境污染压力；抗逆水平包含生态改善及污染治理，林业水利投资额及污水废物处理率则代表该区域在面对现有污染压力下的环境承载力。在高质量发展水平指标体系中，投入产出有效性、结构合理性、经济发展潜力等条件，可以来系统评估某一个国家或地区的整体经济与社会发展质量[2,36]，因此构建以有效性、协调性、创新性、稳定性和分享性为准则的评价指标体系。其中有效性主要通过经济效率的高低来判断，产出越多，经济发展质量就越高，因此选取资本生产率、全社会劳动生产率等指标来衡量。协调性注重对产业结构及经济结构的协调发展，产业形态会随着社会发展进而优化升级，而经济结构的合理性也可作为评判经济发展质量的基本标准，因此选取产业结构高级化、外向结构、城镇居民与农村居民消费比等指标来衡量。创新性通过技术创新进行评判，技术创新决定着企业自身竞争力，企业能否为全社会创造有利经济价值，影响着社会经济的发展，基于此选取专利授权率、R&D内部经费支出比等来衡量。稳定性考虑经济稳定及社会稳定，公共资源进行了优化配置并得到了充分发挥，国民经济就可以稳定运行，因此选取经济波动率、居民消费价格指数等来衡量其稳定程度。分享性则包含收入分配公平均等化及基本公共服务水平，一味关注经济发展，而忽视居民的发展，会导致经济发展质量下滑，基于此选取城乡收入比、城乡基本养老保险参保率等指标来衡量。整体上生态环境系统包含18项指标，高质量发展系统包含19项指标（表1、表2）。

高质量发展水平指标体系中部分指标需要经过处理与测算，对其处理过程及方法进行以下补充（表3）。

表1 生态环境水平指标体系

Tab. 1 Indicator system of ecological environment level

目标层	准则层	次准则层	要素层	指标属性
生态环境水平	资源环境水平	资源禀赋	人均水资源量/m^3·人$^{-1}$	正
			森林覆盖率/%	正
			人均耕地面积/hm^2·人$^{-1}$	正
		环境水平	人均工业废水排放量/t·人$^{-1}$	负
			人均工业固体废物产生量/t·人$^{-1}$	负
			人均工业废气排放量/m^3·人$^{-1}$	负
	压力水平	资源消耗	单位GDP水资源消耗量/m^3·元$^{-1}$	负
			工业煤炭消费量/t	负
			工业天然气消费量/m^3	负
			工业电力消费量/kWh	负
		资源代价	废水排放强度/t·元$^{-1}$	负
			废气排放强度/m^3·元$^{-1}$	负
			一般工业固体废物产生强度/t·元$^{-1}$	负
	抗逆水平	生态改善	荒山荒(沙)地造林面积占辖区面积比重/%	正
			林业投资与GDP比/%	正
			水利管理业投资额与GDP比/%	正
		污染治理	一般工业固体废物综合利用率/%	正
			城镇生活污水处理率/%	正

表2 高质量发展水平指标体系

Tab. 2 Indicator system of high-quality development level

目标层	准则层	次准则层	要素层	指标属性
高质量发展水平	有效性	经济效率	资本生产率/%	正
			税收占GDP比重/%	正
			全社会劳动生产率/元·人$^{-1}$	正
			第二、三产业增加值与GDP比/%	正
	协调性	产业结构	产业结构高级化	正
			第三产业对GDP的贡献率/%	正
			外向结构/%	正
		经济结构	城镇居民与农村居民消费比/%	负
	创新性	技术创新	专利授权率/%	正
			R&D内部经费支出比/%	正
			R&D人员全时当量/人	正
	稳定性	经济稳定性	经济波动率/%	正
			居民消费价格指数	正
		社会稳定性	失业率/%	负
	分享性	收入分配公平均等化	城乡收入比/%	负
			城镇居民家庭恩格尔系数/%	负
		基本公共服务水平	每千人拥有卫生技术人员数/人	正
			每万人口高等学校平均在校生数/人	正
			城乡基本医疗保险参保率/%	正

2.2 研究方法

2.2.1 熵权法 “熵”早期为传统热力学的基本概念，后来被广泛用于表示系统的无序程度。由于生态环境与高质量发展属于2个毫无关联的范畴，因此需通过熵权法对两者进行归一化处理。主要步骤如下。

表3　部分要素计算公式解释

Tab. 3　Explanation of calculation formulas for some elements

要素层	要素解释	要素层	要素解释
资本生产率	整个社会固定资产投资/总产值	第三产业贡献率	(第二产值+第三产值)/总产值
全社会劳动生产率	总产值/从业人数	外向结构	进出口总额/总产值
产业结构高级化	第三产业增加值/第二产业增加值	经济波动率	当年GDP增长率/上年GDP增长率

正向指标：

$$X'_{ij}=\left(x_{ij}-m_j\right)/\left(M_j-m_j\right) \tag{1}$$

逆向指标：

$$X'_{ij}=\left(M_j-x_{ij}\right)/\left(M_j-m_j\right) \tag{2}$$

式中：x_{ij} 为第 j 个评价对象在指标 i 之上的值；M_j 为 x_{ij} 最大值；m_j 为 x_{ij} 最小值。

$$e_i=-\frac{1}{\ln n}\sum_{j=i}^{n}p_{ij}\ln\left(p_{ij}\right),\ 0\leqslant e_i\leqslant 1 \tag{3}$$

$$p_{ij}=\frac{X'_{ij}}{\sum_{j=1}^{n}X'_{ij}} \tag{4}$$

式中：e_i 为 m 个评价指标、n 个评价对象中对第 i 个指标的熵；p_{ij} 为指标的特征比重。

确定评价指标的权重，公式如下：

$$W_i=\frac{1-e_i}{\sum_{i=1}^{m}e_i},\ i=1, 2, 3, \cdots, m \tag{5}$$

式中：W_i 为第 i 个指标的熵权；m 为评价指标数量。

2.2.2　评价结果分析　将归一化后的数据通过运算得到近10 a生态环境及高质量发展综合指数，使得生态环境及高质量发展水平可视化，从而进行对比分析。

$$S=\sum_{i=1}^{m}W_i\times p_{ij} \tag{6}$$

式中：S 为各个评价对象的综合得分。

2.2.3　耦合度模型　计算其耦合度及耦合协调度，进一步研究两者的内在影响机制。

$$C=\left\{\frac{f(x)\times g(x)}{\left[f(x)+g(x)\right]^2}\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

式中：C 为高质量发展与生态环境间的耦合度；$f(x)$、$g(x)$ 分别为生态环境及高质量发展的综合评价得分。

为进一步确定不同调度系统间作用水平程度，建立耦合协调度模型[37]，公式如下：

$$D=\sqrt{C\times T} \tag{8}$$

$$T=\alpha f(x)+\beta g(x) \tag{9}$$

式中：D 为两者间的耦合协调度；T 为高质量发展与生态环境的综合得分；α、β 为待定系数，考虑高质量发展与生态环境重要程度相同，故取 $\alpha=\beta=0.5$。

本研究所涉数据主要包括兰州市近10 a主要经济发展和生态发展相关数据，通过数理计算获得生态环境及高质量发展综合指数及耦合协调度，进行更深入的对比分析，从而评判两者发展水平并提出相关解决方案。统计资料主要来自于《兰州市国民经济和社会发展统计公报》《兰州市环境状况公报》《甘肃发展年鉴》等。

3　结果与分析

3.1　黄河流域兰州段生态环境与高质量发展状况综合评价

由表4及图1可知黄河流域兰州段2010—2019年生态环境水平起伏较大，呈恶化-好转-恶化-好转的趋势。研究期内生态环境水平均低于0.2，2010—2012年表现出下降态势，下降幅度有一定变化；2012—2016年表现出上升态势，增长值较多；2016—2018年呈下降态势，下降幅度较平缓；2018—2019年呈上升态势，上升幅度较大。可见，

表4　2010—2019年黄河流域兰州段生态环境与高质量发展系统综合指数

Tab. 4　Comprehensive index of ecological environment and high-quality development system in Lanzhou section of Yellow River Basin from 2010 to 2019

类型	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
生态环境系统综合指数	0.0863	0.0444	0.0414	0.0496	0.0788	0.1021	0.1561	0.1349	0.1357	0.1708
高质量发展系统综合指数	0.1875	0.0552	0.0424	0.0781	0.0914	0.1091	0.0934	0.1112	0.0977	0.1340

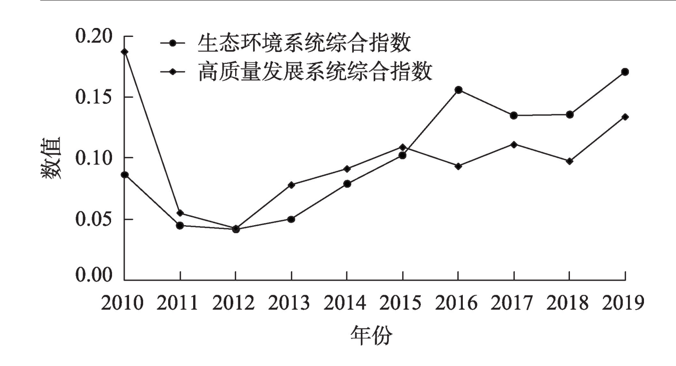


图1 2010—2019年黄河流域兰州段生态环境与高质量发展系统综合指数变化

Fig. 1 Changes in the comprehensive index of ecological environment and high-quality development system in Lanzhou section of Yellow River Basin from 2010 to 2019

黄河流域兰州段生态环境水平基本呈现“降-升-降-升”态势，且总体有一定程度上升的波动变化特征，发展形势也较为乐观。黄河流域兰州段2010—2019年高质量发展水平呈“降-升-降-升-降-升”趋势，2010—2012年呈下降态势，下降幅度为先大后小；2012—2015年呈上升态势，增长值较多；2015—2019年总体呈下降-上升态势，整体上升且具有波动性，上升幅度较大。

其中2012、2015年及2019年为生态环境水平、高质量发展水平变化的三大转折点。2012年兰州市人民政府为响应上级水污染防治规划实施改造内容，计划并实施污染治理总体规划等具体方案，进一步加强政府部门投资力量，利用新技术、新材料、新思路做好黄河生态管理和环境保护，同时研究制定了提升经济首位度、加快“5个标准”建设等政策措施，使得兰州市生态环境水平和高质量发展水平都有所提高。2015年兰州市着重进行环境治理，打造了国内外瞩目的“兰州蓝”，进一步更新完善污水处理设施，规范危险废物处理监管，使得兰州市生态环境有了很大的改善。2019年兰州市将重心转移至经济转型升级，计划并实施重振“兰州制造”、发展新能源等措施，加强高新区发展，优化城市空间功能布局，着力进行大气污染专项整治，高质量发展状况及生态环境水平均取得了很大的改善。2020年，兰州市政府将重点提升现代产业体系，推进经济高质量发展步伐，继续做好生态环境保护，打造蓝天碧水净土家园，预计兰州市将会迎来美好的前景，交付一份更好的答卷。

3.2 黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调度分析

由表5数据生成图2，并结合表6对比可知，黄河流域兰州段生态环境与高质量发展协调性总体上呈现波动性，变幅范围在0.2046~0.3890之间，并呈现阶段特点：第一时段为2010—2012年，协调度呈下降态势，协调度从0.3567下降到0.2046，由轻度失调转变为严重失调；第二时段则是2012—2017年，协调度显示出逐步回升的态势，并继续呈现相对稳定增长态势，但最大值也仅为0.3499，处于轻度失调程度；第三时段是2017—2018年，协调度有所下降，但下降幅度较小，协调度从0.3499下降到0.3393，协调程度未发生变化；第四时段是2019年，协调度有轻微上升，协调度为近10 a最高值，但仍属于轻度失调。就研究结果来看，近10 a耦合协调水平一直偏低，与要求达到的协调程度仍有一定距离。2010—2019年黄河流域兰州段高质量发展与生态环境建设都有一定程度的提升，但兰州市整体经济发展水平较低，生态环境也未成为促进城市发展的有利条件。

对照表4生态环境系统综合评价指数与高质量发展系统综合评价指数可以发现，2010—2015年黄河流域兰州段高质量发展与生态环境的比较关系类型主要为环境比较滞后型，说明了在高质量发展过程中兰州市自然环境资源存在着过量消耗的现象，高质量发展带来的影响，导致本就存在的生态环境问题变得更加严峻，出现荒漠化、空气污染、自然资源短缺等环境问题，政府应适当控制高质量发展，并重新整合社会资源，着力改善生态环境；2016—2019年黄河流域兰州段高质量发展与生态环境的比较关系类型为高质量发展比较滞后型，说

表5 2010—2019年黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合度及协调度指数

Tab. 5 Ecological environment and high-quality development coupling and coordination index in Lanzhou section of Yellow River Basin from 2010 to 2019

类型	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
耦合度	0.9293	0.9941	0.9999	0.9747	0.9972	0.9994	0.9680	0.9954	0.9867	0.9927
协调度	0.3567	0.2225	0.2046	0.2494	0.2913	0.3249	0.3475	0.3499	0.3393	0.3890

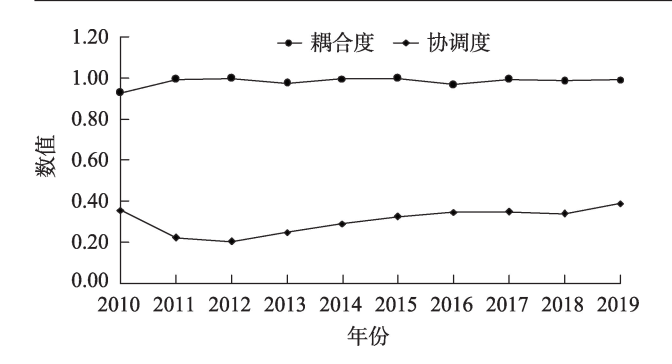


图2 2010—2019年黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合协调度变化

Fig. 2 Changes in the coordination degree of ecological environment and high-quality development in Lanzhou section of Yellow River Basin from 2010 to 2019

表6 耦合度及耦合协调度等级划分

Tab. 6 Coupling degree and coupling coordination degree classification

耦合度	耦合阶段	耦合协调度	耦合协调程度
[0.00, 0.25)	低度耦合	[0.00, 0.20)	严重失调
		[0.20, 0.31)	中度失调
[0.25, 0.60)	拮抗耦合	[0.31, 0.41)	轻度失调
		[0.41, 0.51)	濒临协调
[0.60, 0.85)	磨合耦合	[0.51, 0.61)	初级协调
		[0.61, 0.71)	中级协调
[0.85, 1.00)	高度耦合	[0.71, 0.81)	良好协调
		[0.81, 1.00)	高级协调

明该时段内高质量发展中的经济活动对生态环境的损害相对较小，高质量发展带来的负荷还未超出生态环境所能承受的范围，因此今后在高质量发展过程中应时刻把握区域生态环境的重要性，不可顾此失彼。

总体来看，2010—2019年黄河流域兰州段生态环境水平变化与高质量发展在磨合阶段，虽总体呈稳定增长态势，但相互耦合协调水平依然不容乐观。在今后的社会经济发展中，要将两者的协调发展同步在统一高度，两者缺一不可，从而获得生态效益和经济效益的双赢，使得广大人民能在享受到美好生活的同时实现物质基础的提升，实现人居生态环境可持续发展。

4 讨论与结论

4.1 讨论

生态保护与高质量发展是相辅相成的，也是相互渗透、相互影响的，将黄河流域视作完整统一的生命体进行保护，同时考虑生态环境与区域高质量发展之间的支撑与限制以及逆向干扰是非常有必要的。研究时间段内，黄河流域兰州段生态环境水平与高质量发展水平从轻度失调转变为严重失调再回到轻度失调程度，表明黄河流域兰州段生态环境与高质量发展水平之间关联密切。黄河流域兰州段在政府及相关部门社会各业的共同努力下快速发展经济，其高质量发展进程也逐步加快，在这个过程中该地区的生态环境情况也经历了破坏到保护再到好转的过程。目前黄河河流脆弱的生态环境，黄河流域转型的压力与转型的迫切程度较高，且我国西北地区存在生态环境脆弱；水资源和水环境、水灾害问题突出；人口、资源、环境与发展的矛盾尖锐等问题，因此有必要对黄河流域生态保护和高质量发展面临的形势进行再研判，大力推进黄河流域生态保护与高质量发展协同发展[38-39]。

为了更好反应黄河流域兰州段生态环境水平与高质量发展水平的协调状态，在今后可对指标体系的建立方法进行完善，并将以高质量发展角度的研究方法及结果与其他不同角度下的研究结果及方法进行对比分析，避免各个地区的实际情况差异较大，给研究结果所带来的误差，真正掌握城市高质量发展客观规律。进而为甘肃省乃至我国黄河流域地区构建稳固生态安全格局、形成区域经济发展新格局、建立特色高质量发展新模式提供借鉴。

4.2 结论

（1）黄河流域兰州段生态环境水平起伏较大，呈“恶化-好转-恶化-好转”的态势，而高质量发展水平呈“降-升-降-升-降-升”的态势，皆呈“W”型变化波动。2010—2019年生态环境水平与高质量发展水平的上升与下降大致处于同步阶段。其中2012、2015年及2019年为三大转折点，兰州市基于当时不同社会发展状况，采取相应社会经济发展措施，由于发展侧重点的不同，造成了生态环境水平与高质量发展水平都有了程度不一的改善或恶化，总体来看，黄河流域兰州段生态环境水平与高质量发展水平皆有所提高。

（2）黄河流域兰州段生态环境与高质量发展耦合状态变化趋势基本一致，在研究时间段内黄河流域兰州段生态环境与高质量发展具有波动性，其中4 a处于中度失调，6 a处于轻度失调，且高质量发展

与生态环境的对比关系类型为环境比较滞后型居多。整体上,黄河流域兰州段生态环境与高质量发展尚处于磨合期,协调性还有许多提高空间。

(3) 由于兰州市与其他发达城市还存在一定差距,因此许多城市会选择追求经济快速发展来追赶差距,但一味地追求经济发展会破坏生态环境的稳定性,并且使得本就非常紧张的自然资源面临更大的压力,这使得黄河流域兰州段高质量发展与生态环境水平不高,且耦合程度较低,但兰州市已重点升级优化产业结构,加大高质量发展推进力度,继续做好生态环境保护。

(4) 兰州市为典型的河谷型城市,其城市发展水平及居民生活水平皆与黄河息息相关,黄河也被称为人民的"母亲河"。黄河流域兰州段的生态与高质量发展直接影响着黄河流域整体区域的生态水平及经济发展状况。经过分析研究发现,黄河流域兰州段生态环境水平与高质量发展水平以及两者耦合程度并不乐观,存在生态环境保护及监管缺失,经济社会发展步伐不一致的情况,因此急需采取相应措施改善现状,查漏补缺,尽快优化地区生态环境保护机制,打造西北地区生态环境模范区域,为我国生态文明建设贡献一份力量。

4.3 对黄河流域兰州段协调发展的建议

通过对黄河流域兰州段近10 a生态环境与高质量发展的研究调查,可知制约黄河流域兰州段生态环境与高质量发展协调发展主要原因有:兰州市中心城区与城市外围生态环境建设水平差距很大,对整个兰州市的生态环境的发展负面影响较大;城市产能规模和布局未调控到合理范围,这对城市的生态环境也带来了消极影响;城市化的加速给生态环境造成了一定的压力,工业垃圾的大规模污染,给兰州市生态环境带来了不可挽回的创伤。

因此为确保黄河流域兰州段生态环境与高质量发展的协调发展,应注意以下几点:(1) 坚持以生态保护为优先,增强黄河流域可持续发展能力,努力建成黄河上游重要的生态屏障区。(2) 重视相关产业的管理,进一步实现高效资源利用及降低污染排放。(3) 提升城市治理能力,进一步健全城市基础设施建设,挖掘城市特色,积极推进城乡融合发展。(4) 强化政府指导及法律约束,不断优化提升黄河风情线,做好生态管理及整治工作。(5) 注重城乡融合发展,稳步推进乡村振兴,积极整合社会资源,健全乡村基础设施,持续提升农村人居环境。

兰州市为河谷型城市,其河流两侧阶地高低起伏明显、城市景观结构复杂,随着现代化进程的不断推进,出现了城市交通拥挤、城市空间布局不合理等现象,不利于城市的发展。鉴于其特殊城市形态,针对性提出相关建议:(1) 应合理控制城市发展规模,确立合理的城市空间发展模式,适度开发利用有限的空间资源,杜绝城市空间无序蔓延。(2) 合理调整城市布局结构,可采取组团式布局结构,沿河岸分布,组团间穿插景观带,优化城市布局的同时改善城市生态环境。(3) 严格控制城市功能的组织,河谷型城市城市空间有限,若想将有限的空间利益最大化,可采取多中心式发展模式,避免社会资源的浪费,同时改善居民的生活水平。

参考文献(References)

[1] 任保平, 付雅梅, 杨羽宸. 黄河流域九省区经济高质量发展的评价及路径选择[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(1): 89-99. [Ren Baoping, Fu Yamei, Yang Yuchen. Measurement and improvement path of high quality development level in Yellow River Basin [J]. Journal of Statistics and Information, 2022, 37(1): 89-99.]

[2] 任保平, 文丰安. 新时代中国高质量发展的判断标准、决定因素与实现途径[J]. 改革, 2018, 31(4): 5-16. [Ren Baoping, Wen Feng'an. The criteria, determinants and ways to achieve high quality development in China in the new era[J]. Reform, 2018, 31(4): 5-16.]

[3] 赵剑波, 史丹, 邓洲. 高质量发展的内涵研究[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(11): 15-31. [Zhao Jianbo, Shi Dan, Deng Zhou. A framework of China's high-quality economic development[J]. Research on Economics and Management, 2019, 40(11): 15-31.]

[4] 金碚. 关于"高质量发展"的经济学研究[J]. 中国工业经济, 2018, 35(4): 5-18. [Jin Bei. Study on the "high-quality development" economics[J]. China Industrial Economics, 2018, 35(4): 5-18.]

[5] 王永昌, 尹江燕. 论经济高质量发展的基本内涵及趋向[J]. 浙江学刊, 2019, 57(1): 91-95. [Wang Yongchang, Yin Jiangyan. On the basic connotation and tendency of high-quality economic development[J]. Zhejiang Academic Journal, 2019, 57(1): 91-95.]

[6] 凌连新, 阳国亮. 粤港澳大湾区经济高质量发展的评价与靶向路径研究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(6): 120-128. [Ling Lianxin, Yang Guoliang. Study on the measurement and targeting path for the economic high-quality development in the Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area[J]. Journal of Statistics and Information, 2021, 36(6): 120-128.]

[7] 马茹, 罗晖, 王宏伟, 等. 中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究[J]. 中国软科学, 2019, 34(7): 60-67. [Ma Ru, Luo Hui, Wang Hongwei, et al. Study of evaluating high-quality economic development in Chinese regions[J]. China Soft Science,

2019, 34(7): 60-67.]

[8] 李金昌, 史龙梅, 徐蔼婷. 高质量发展评价指标体系探讨[J]. 统计研究, 2019, 36(1): 4-14. [Li Jinchang, Shi Longmei, Xu Aiting. Probe into the assessment indicator system on high-quality development[J]. Statistical Research, 2019, 36(1): 4-14.]

[9] 张震, 刘雪梦. 新时代我国15个副省级城市经济高质量发展评价体系构建与测度[J]. 经济问题探索, 2019, 40(6): 20-31, 70. [Zhang Zhen, Liu Xuemeng. Construction and measurement of the evaluation system for high-quality economic development of 15 sub-provincial cities in China in the new era[J]. Inquiry Into Economic Issues, 2019, 40(6): 20-31, 70.]

[10] 曾浩, 邓宏兵. 武汉市城市化与生态环境协调发展定量评价与分析[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2012, 46(5): 611-615. [Zeng Hao, Deng Hongbing. Quantitative evaluation and analysis on the coordinated development of the urbanization and ecological environment system in Wuhan City[J]. Journal of Central China Normal University (Natural Sciences Editon), 2012, 46(5): 611-615.]

[11] 马利邦, 牛叔文, 李怡欣. 甘肃省城市化与生态环境耦合的量化分析[J]. 城市发展研究, 2010, 17(5): 52-58. [Ma Libang, Niu Shuwen, Li Yixin. Quantitative analysis of coupling between urbanization and ecological environment in Gansu Province[J]. Urban Studies, 2010, 17(5): 52-58.]

[12] 赵金龙, 赵慧. 基于DMSP-OLS和MODIS数据的宁夏城市化与生态环境耦合协调分析[J]. 测绘通报, 2021, 67(10): 9-14, 27. [Zhao Jinlong, Zhao Hui. Coupling coordination analysis of urbanization and eco-environment in Ningxia based on DMSP-OLS and MODIS data[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2021, 67(10): 9-14, 27.]

[13] 刘耀彬, 宋学锋. 城市化与生态环境耦合模式及判别[J]. 地理科学, 2005, 25(4): 26-32. [Liu Yaobin, Song Xuefeng. Model and criterion of urbanization and ecological environment coupling[J]. Scientia Geographica Sinica , 2005, 25(4): 26-32.]

[14] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 72-78. [Cui Muhua. The relationship of coupling coordination between urbanization and ecological environment: A case of urban cluster in the Central Plains[J]. Economic Geography, 2015, 35(7): 72-78.]

[15] 周正柱, 王俊龙. 长江经济带城镇化与生态环境耦合协调关联性研究[J]. 城市问题, 2020, 39(4): 21-32. [Zhou Zhengzhu, Wang Junlong. Study on the coupling and coordination of urbanization and ecological environment in Yangtze River economic zone[J]. Urban Problems, 2020, 39(4): 21-32.]

[16] 康玲芬, 李明涛, 李开明. 城市生态-经济-社会复合系统协调发展研究——以兰州市为例[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2018, 45(2): 168-172. [Kang Lingfen, Li Mingtao, Li Kaiming. Coordinated development of urban ecology-economy-society compound system: A case study of Lanzhou[J]. Journal of Lanzhou University (Social Sciences Edition), 2018, 45(2): 168-172.]

[17] 王睿, 杨国靖. 库布齐沙漠生态治理的生态经济系统耦合分析[J]. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1391-1400. [Wang Rui, Yang Guojing. Coupling analysis of eco-economic system for ecological management in the Hobq Desert[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(5): 1391-1400.]

[18] 张仲伍, 畅田颖, 高鑫. 黄河流域生态经济协调发展研究[J]. 地域研究与开发, 2021, 40(3): 25-30, 36. [Zhang Zhongwu, Chang Tianying, Gao Xin. Analysis of eco-economic coordination of Yellow River Basin[J]. Areal Research and Development, 2021, 40(3): 25-30, 36.]

[19] 杜本峰, 穆跃瑄, 刘悦雅. 生态健康、健康生态与黄河流域高质量发展[J]. 中州学刊, 2021, 43(5): 86-93. [Du Benfeng, Mu Yuexuan, Liu Yueya. Ecological health, healthy ecology and high quality development of the Yellow River Basin[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2021, 43(5): 86-93.]

[20] 王睿, 洪菊花, 骆华松, 等. 典型生态脆弱区生态环境与贫困耦合分析——以四川省藏区为例[J]. 水土保持通报, 2020, 40(3): 125-132. [Wang Rui, Hong Juhua, Luo Huasong, et al. Coupling analysis of ecological environment and poverty in typical ecologically fragile area: A case study in Tibetan area, Sichuan Province [J]. Bulletion of Soil and Water Conservation, 2020, 40(3): 125-132.]

[21] 陆大道, 孙东琪. 黄河流域的综合治理与可持续发展[J]. 地理学报, 2019, 74(12): 2431-2436. [Lu Dadao, Sun Dongqi. Development and management tasks of the Yellow River Basin: A preliminary understanding and suggestion[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(12): 2431-2436.]

[22] 梁静波. 协同治理视阈下黄河流域绿色发展的困境与破解[J]. 青海社会科学, 2020, 41(4): 36-41. [Liang Jingbo. The dilemma and solution of green development in the Yellow River Basin in the context of collaborative governance[J]. Qinghai Social Sciences, 2020, 41(4): 36-41.]

[23] 王玉玺, 刘晓煌, 李通国, 等. 黄河流域甘肃段自然资源要素综合调查与动态观测、监测系统建设研究[J]. 甘肃地质, 2019, 28 (增刊2): 1-10. [Wang Yuxi, Liu Xiaohuang, Li Tongguo, et al. Investigation of natural resource elements and construction of dynamic observing and monitoring system in Gansu section of the Yellow River Basin[J]. Gansu Geology, 2019, 28(Suppl. 2): 1-10.]

[24] 张保华, 陶宝先, 曹建荣, 等. 黄河下游冲积平原潮土土壤孔隙微形态特征[J]. 干旱区地理, 2020, 43(3): 687-693. [Zhang Baohua, Tao Baoxian, Cao Jianrong, et al. Micromorphological characteristics of soil voids of fluvo-aquic soil in the alluvial plain of the lower Yellow River[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(3): 687-693.]

[25] 金凤君, 马丽, 许堞. 黄河流域产业发展对生态环境的胁迫诊断与优化路径识别[J]. 资源科学, 2020, 42(1): 127-136. [Jin Fengjun, Ma Li, Xu Die. Environmental stress and optimized path of industrial development in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(1): 127-136.]

[26] 孟望生, 邵芳琴. 黄河流域环境规制和产业结构对绿色经济增长效率的影响[J]. 水资源保护, 2020, 36(6): 24-30. [Meng Wangsheng, Shao Fangqin. Influence of environmental regulation and industrial structure on the growth efficiency of green economy in the Yellow River Basin[J]. Water Resources Protection, 2020, 36(6): 24-30.]

[27] 侯庆丰, 蒋志荣. 精准扶贫对黄河上游地区农牧民可持续生计的影响[J]. 干旱区地理, 2021, 44(3): 858-866. [Hou Qingfeng, Jiang Zhirong. Effects of targeted poverty alleviation on the sustainable livelihood of farmers and herdsmen in the upper reaches of the Yellow River[J]. Arid Land Geography, 2021, 44(3): 858-866.]

[28] 刘小鹏, 马存霞, 魏丽, 等. 黄河上游地区减贫转向与高质量发展[J]. 资源科学, 2020, 42(1): 197-205. [Liu Xiaopeng, Ma Cunxia, Wei Li, et al. Poverty reduction turn and high-quality development in the upper reaches of the Yellow River[J]. Resources Science, 2020, 42(1): 197-205.]

[29] 马海涛, 徐楦钫. 黄河流域城市群高质量发展评估与空间格局分异[J]. 经济地理, 2020, 40(4): 11-18. [Ma Haitao, Xu Xuanfang. High-quality development assessment and spatial heterogeneity of urban agglomeration in the Yellow River Basin[J]. Economic Geography, 2020, 40(4): 11-18.]

[30] 杨永春, 穆焱杰, 张薇. 黄河流域高质量发展的基本条件与核心策略[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 409-423. [Yang Yongchun, Mu Yanjie, Zhang Wei. Basic conditions and core strategies of high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 409-423.]

[31] 安树伟, 李瑞鹏. 黄河流域高质量发展的内涵与推进方略[J]. 改革, 2020, 33(1): 76-86. [An Shuwei, Li Ruipeng. Intension and promotion strategy of high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Reform, 2020, 33(1): 76-86.]

[32] 刘琳轲, 梁流涛, 高攀, 等. 黄河流域生态保护与高质量发展的耦合关系及交互响应[J]. 自然资源学报, 2021, 36(1): 176-195. [Liu Linke, Liang Liutao, Gao Pan, et al. Coupling relationship and interactive response between ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(1): 176-195.]

[33] 李鸿飞. 传统地域文化背景下的城市滨水生态空间色彩研究——以兰州市为例[J]. 生态经济, 2019, 35(5): 223-229. [Li Hongfei. Study on the spatial color of urban waterfront landscape under the background of traditional regional culture: Taking Lanzhou City as an example[J]. Ecological Economy, 2019, 35(5): 223-229.]

[34] 李铭, 董志海, 张敬赛. 复杂地理条件下兰州城市空间发展逻辑与规划应对[J]. 规划师, 2021, 37(8): 61-67. [Li Ming, Dong Zhihai, Zhang Jingsai. Urban spatial development logic and planning response of Lanzhou under complex geographical conditions[J]. Planners, 2021, 37(8): 61-67.]

[35] 张军扩, 侯永志, 刘培林, 等. 高质量发展的目标要求和战略路径[J]. 管理世界, 2019, 35(7): 1-7. [Zhang Junkuo, Hou Yongzhi, Liu Peilin, et al. The target requirements and strategic path of high quality development[J]. Journal of Management World, 2019, 35(7): 1-7.]

[36] 潘桔, 郑红玲. 区域经济高质量发展水平的测度与差异分析[J]. 统计与决策, 2020, 36(23): 102-106. [Pan Ju, Zhen Hongling. Measurement and variance analysis of regional economic quality development level[J]. Statistics & Decision, 2020, 36(23): 102-106.]

[37] 毕国华, 杨庆媛, 刘苏. 中国省域生态文明建设与城市化的耦合协调发展[J]. 经济地理, 2017, 37(1): 50-58. [Bi Guohua, Yang Qingyuan, Liu Su. Coupling coordination development between ecological civilization construction and urbanization in China[J]. Economic Geography, 2017, 37(1): 50-58.]

[38] 李同昇, 陈谢扬, 芮旸, 等. 西北地区生态保护与高质量发展协同推进的策略和路径[J]. 经济地理, 2021 41(10): 154-164. [Li Tongsheng, Chen Xieyang, Rui Yang, et al. Strategy and path of cooperative promotion of ecological protection and high-quality development in northwest China[J]. Economic Geography, 2021, 41(10): 154-164.]

[39] 张中良, 牛木川. 长江、黄河流域高质量发展的测算与比较研究[J]. 生态经济, 2022, 38(2): 59-66, 74. [Zhang Zhongliang, Niu Muchuan. Calculation and comparison of high-quality development in Yangtze River and Yellow River basins[J]. Ecological Economy, 2022, 38(2): 59-66, 74.]

Coupling coordination relationship between ecological environment and high-quality development in Lanzhou section of Yellow River Basin

LI Hongfei[1,2], HE Yingru[1,2], BI Xiaoli[1,2,3]

(1. School of Design and Art, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, Gansu, China; 2. Key Laboratory of Urban and Architectural Heritage Conservation of Ministry of Education (SEU-NWC), Lanzhou 730050, Gansu, China; 3. Architectural Survey and Design Co. Ltd. of Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, Gansu, China)

Abstract: Environmental protection, as a major strategic initiative to promote the construction of ecological basin civilization systems in China in the era of the new normal, has become an important element in the construction of ecological civilizations by promoting ecological and environmental management in the Yellow River Basin region. By selecting Lanzhou City, the only provincial capital city in the Yellow River Basin that is traversed by the river, as the research object and using data from the Lanzhou section of the Yellow River Basin from 2010 to 2019, an index system for evaluating the ecological environment and high-quality development level of the Lanzhou section is established. Then, a coupling degree model is constructed using the entropy weight method to comprehensively analyze and assess the characteristics of the coupling level of ecological environment and high-quality development. The results indicate that the ecological environment of the Lanzhou section is not great, with a trend of "deterioration−improvement−deterioration−improvement", whereas the level of high-quality development follows the trend "decline−rise−decline−rise−decline−rise". Generally, the coordination between the ecological environment and high-quality development in Lanzhou must be strengthened. The overall characteristics of the Yellow River Basin should be fully considered, the principles of environmental protection should be adhered to, the professional integration and transformation and upgrading of industries should be promoted simultaneously, the comprehensive urban governance capacity should be improved, and the layout of urban functions should be optimized on the basis of urban-rural integration development so that the sustainable development of the ecological environment for human living can be achieved.

Key words: Yellow River Basin; ecological environment; high-quality development; coupling relationship; Entropy method; Lanzhou